Kohleveredlung - eine Alternative zum Öl?

Autor(en): **Pommer, Horst**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **98 (1980)**

Heft 24

PDF erstellt am: **15.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-74143

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Kohleveredlung – eine Alternative zum Öl?

Von Horst Pommer, Ludwigshafen

Weltweit hat die Suche nach einem Ersatz für Erdöl eingesetzt, denn Erdöl wird knapp und teuer. Die chemische Industrie ist von dieser Entwicklung doppelt betroffen, Erdöl/Erdgas dienen ihr nicht nur als Energie-, sondern auch als Rohstoffquelle für die meisten ihrer Produkte. Der Rohstoffanteil für die chemische Industrie macht am Gesamtmineralölaufkommen zwar nur einen kleinen Teil aus, in der Bundesrepublik Deutschland etwa 7 Prozent, aber daraus entstehen die volkswirtschaftlich wichtigen hochveredelten Produkte der chemischen Industrie: Kunststoffe, Verbundwerkstoffe, Isolierschäume, Kautschukprodukte, Pflanzenschutz- und Arzneimittel, Düngemittel, Farben, Fasern, Lacke, um nur die wichtigsten zu nennen. Es ist deshalb verständlich, dass sich grosse Chemieunternehmen wie wir im Rahmen langfristiger Forschung mit den eben genannten Projekten beschäftigen. Wir können dabei Erfahrungen verwerten, die bis in das Jahr 1920 zurückreichen.

Alternativen

Welche Alternativen bieten sich an? Neben dem Erdöl und Erdgas ist die *Kohle das grosse fossile Energie- und Rohstoffreservoir.* Ich werde mich heute auf die Kohle beschränken und andere in der Diskussion stehende Energie- und Rohstoffquellen, z. B. auf Basis regenerierbarer *Biomasse,* und auch die unabdingbar notwendige Nutzung der *Kernenergie,* nicht in meine Ausführungen einbeziehen.

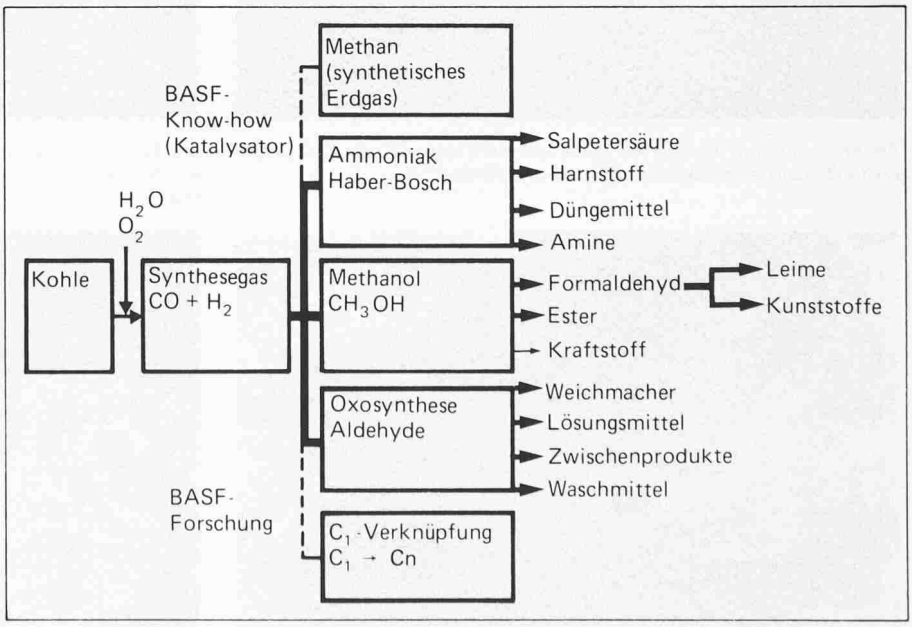
Über *100 Jahre lang war die Kohle die Energiequelle für industrielle Entwicklungen. Erst vor etwa 30 Jahren wurde sie vom Erdöl/Erdgas abgelöst.* Die Kohle als *fossiler Energieträger* mit den *grössten gesicherten Vorkommen* ist *relativ gleichmässig auf der Erde verteilt. Auch die Bundesrepublik Deutschland verfügt über bedeutende Kohlevorkommen. Ausserdem liegen Erfahrungen vor, aus fester Kohle flüssige und gasförmige Kohlenwasserstoffe mit den Eigenschaften der Mineralölprodukte herzustellen. Kohle kann alles, was Erdöl/Erdgas können. Aber sie kann es nur zu einem höheren Preis.*

Von den hinreichend bekannten Nachteilen der Kohle, die sie als Feststoff bei der Förderung, beim Transport und bei der Verarbeitung hat, wiegt aus chemischer und energetischer Sicht ihr geringer Wasserstoffgehalt am schwersten. Folglich haben alle Verfahren der Kohleveredlung eine Erhöhung des Verhältnisses von Wasserstoff zu Kohlenstoff zum Ziel. In der Kohleverflüssigung wird Kohle direkt katalytisch zu Kohleöl hydriert, einem Gemisch aus Kohlenwasserstoffen. Bei der Kohlevergasung wird Kohle mit Sauerstoff und Wasserdampf in Synthesegas umgewandelt, das aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff besteht. Es kann entweder in flüssige Kohlenwasserstoffe, z. B. nach dem Fischer-Tropsch-Verfahren, oder in andere Chemierohstoffe wie Methanol oder Ammoniak umgewandelt werden.

Kohlehydrierung

Lassen Sie mich zunächst einige Worte zur Kohlehydrierung sagen. Die Laboratorien der BASF bzw. ihrer Vorgänger in der IG-Farbenindustrie waren zwischen dem Ersten und Zweiten Weltkrieg eine der Keimzellen der Kohlehydrier-Technologie. Unter der Leitung von *Matthias Pier* wurden die grundlegenden Arbeiten zur Kohledruckhydrierung von *Friedrich Bergius* bis zur Produktionsreife weiterentwickelt. Erfahrungen im Umgang mit *hohen Drucken* und *technischen Katalysatoren,* die aus der Entwicklung der *Ammoniak- und Methanolsynthese* vorlagen, kamen dabei zum Tragen. Pier verbesserte das *Bergius-Verfahren* in zwei entscheidenden Punkten: Er führte die *zweistufige Hydrierung* ein und fand einen geeigneten schwefelfesten Hydrierkatalysator. Die bis 1945 betriebenen Anlagen entsprachen keineswegs heutigen Anforderungen bezüglich Ausbeute und Umweltschutz. Aber aufbauend auf den dabei gesammelten Erfahrungen werden heute bei den *Saarbergwerken* und der *Bergbau-Forschung* moderne Hydrieranlagen entwickelt.

Die BASF betreibt für den Primärschritt der Kohleveredlung keine eigene Entwicklung, denn hier wird von mehreren kompetenten Unternehmen, zum Teil mit finanzieller Unterstützung des Bundesministeriums für Forschung und Technologie intensive Forschungsarbeit geleistet. Durch einen Forschungsvertrag sind wir mit dem Kohleverflüssigungsprojekt der Saarbergwerke AG verbunden, die sich schon frühzeitig um eine Weiterentwicklung des alten IG-Verfahrens bemüht hat. Dazu dient eine *Pilotanlage* mit einem Steinkohledurchsatz von 5 kg je Stunde, die im Jahre 1976 ihren Betrieb aufgenommen hat. Der grösste Fortschritt wurde in der ersten Verfahrensstufe, der *Kohlehydrierung in der Sumpfphase,* erreicht. Es gelang, das Verfahren so zu modifizieren, dass reaktionsträge Asphalte und Restkohle aus dem Reaktor ausgeschleust werden können. Dadurch liess sich der Druck von 700 bar auf 300 bar senken. Das Verfahren kommt auch mit weniger Wasserstoff aus. Mit weiteren verfahrenstechnischen Verbesserungen hofft man, die Ölausbeute je verwendete Kohle steigern zu können.



Kohle als chemischer Rohstoff

Die nachfolgenden *Verfahrensschritte:*

- *Raffination*
  (Entfernung von S, O, N)

- *spaltende Hydrierung* (Hydrocracken des Mittelölanteils)
- *Reforming* (Isomerisierung, Dehydrierung/Aromatisierung, Cyclisierung)

sind im Prinzip bekannt, weil sie denen aus der Erdölverarbeitung sehr ähnlich sind. Wir führen Untersuchungen zu diesen drei Verfahrensstufen der Kohleölaufarbeitung durch. Besonders die *Raffination* bereitet im Vergleich zur Erdölverarbeitung zusätzliche Schwierigkeiten.

Das Verfahren liefert ein *aromatenreiches, hochklopffestes bleifreies Fahrbenzin.* Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist Fahrbenzin allerdings immer noch billiger aus Erdöl zu gewinnen, denn die *Kohleverflüssigung ist investitionsintensiv* und der verwendete Rohstoff teuer.

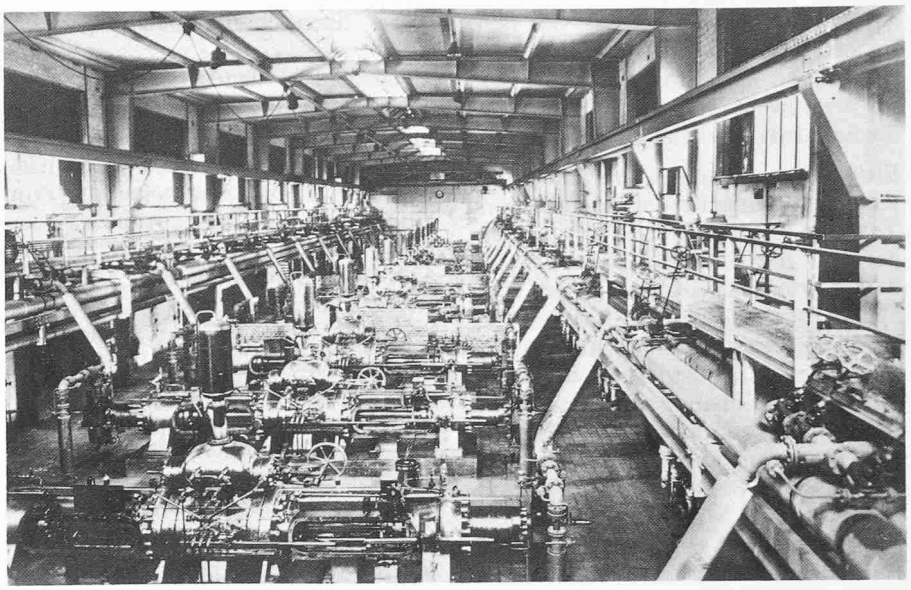
Bei den Saarbergwerken befindet sich jetzt eine Versuchsanlage im Bau, die sechs Tagestonnen Kohle verarbeiten kann. Die BASF liefert hierfür spezielle Ingenieurleistungen. Die Investitionssumme beträgt rund 40 Mio Mark und die Anlage soll noch in diesem Jahr den Probebetrieb aufnehmen.

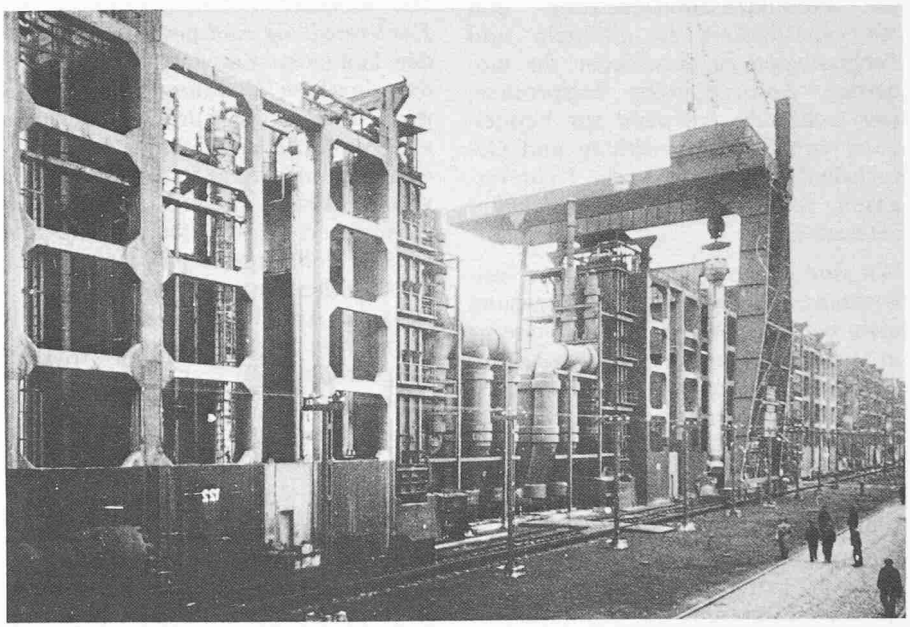
Die Erfahrungen, die hier gesammelt werden, fliessen in eine Projektstudie der Saarbergwerke ein, die sich mit dem Bau einer Hydrieranlage für 2 Mio Tonnen Kohledurchsatz und der Produktion von 800000 Jahrestonnen Flüssigprodukten befasst.

Diese Ingenieurstudie, die von der Bundesregierung mit einem Zuschuss von 30 Mio Mark finanziert wird, soll Ende 1981 vorgelegt werden. Auch an ihrer Ausarbeitung sind Ingenieurabteilungen der BASF massgeblich beteiligt. Keine Übereinkünfte bestehen zwischen BASF und den Saarbergwerken für die projektierte Grossanlage, mit deren Bau frühestens 1983 begonnen werden könnte.

Die vom *Steinkohlenbergbau-Verein* getragene «Bergbau-Forschung AG» hat das IG-Verfahren ebenfalls in einer Mitte der 70er Jahre errichteten kleinen Versuchsanlage weiterentwickelt. Es bildet die Grundlage für die von der *Ruhrkohle AG* und *Veba-Öl* geplante Pilot-Anlage für einen Durchsatz von 200 Tonnen Steinkohle/Tag, die im Jahre 1982 betriebsbereit sein soll. Diese Arbeiten werden vom *Land Nordrhein-Westfalen* finanziell getragen. Die BASF ist daran ebenso wenig beteiligt wie an dem auf *Braunkohle* basierenden Verfahren der Rheinischen Braunkohle AG, *für das bereits 1978 eine Versuchsanlage in Betrieb gegangen ist.*

Die aus diesen Anlagen erhaltenen Flüssigkeitsprodukte können bisher noch nicht mit denen auf Erdölbasis konkurrieren. Die deutsche Kohle ist dafür zu teuer.





Historische Aufnahmen einer Kompressorenhalle einer Ende der 30er Jahre auf der Basis des bei BASF zur Produktions-Reife entwickelten Bergius-Pier-Verfahrens gebauten Kohlehydrieranlage. Die seinerzeit gesammelten Erfahrungen fliessen auch heute noch in die Entwicklung moderner Hydrieranlagen ein

Kohlevergasung

Näher an der Grenze der Wirtschaftlichkeit liegen die Verfahren der *Kohlevergasung,* besonders wenn *billige Braunkohle* verwendet werden kann. Das hat eine Pilotanlage der Rheinischen Braunkohle AG gezeigt, in der seit 1978 stündlich eine Tonne Braunkohle in Synthesegas umgewandelt werden kann. Das Verfahren arbeitet nach dem *Hochtemperatur-Winkler-Prozess,* bei dem die *Kohle in einer Wirbelschicht vergast* wird.

Neben *autothermen* Verfahren, bei denen die zur Vergasung notwendige Prozesswärme letztlich durch Kohleverbrennung erzeugt wird, sind *allotherme* Verfahren interessant, bei denen Energie von aussen zugeführt wird und zur Senkung des Kohleeinsatzes führt. Denkbar ist dabei die *Kombination mit Prozesswärme aus gasgekühlten Hochtemperatur-Kernreaktoren,* wie sie von der *Kernforschungsanlage Jülich* gemeinsam mit der Bergbau-Forschung zur Vergasung von Braunkohle untersucht wird.

Für die *Vergasung von Steinkohle* sind mehrere Verfahren entwickelt worden, die sich je nach der zu verwendenden Kohleart und den sonstigen Randbedingungen unterscheiden. Zu den bekannten klassischen Verfahren gehört die *Lurgi-Druckvergasung,* mit der im bewegten Festbett stückige Kohle unter Druck vergast wird. Grossanlagen sind unter anderem in Sasolburg/Südafrika in Betrieb, wo in grossem Stil nach dem Fischer-Tropsch-Verfahren flüssige Kohlenwasserstoffe aus Synthesegas gewonnen werden. Sasol I und II sind gegenwärtig die einzigen kommerziel-

len Anlagen zur Herstellung von Benzin aus Kohle. Der geplante Ausbau auf über 4 Mio Jahrestonnen Fahrbenzin soll etwa zwei Drittel des Benzinbedarfs der Südafrikanischen Union decken.

Ein weiteres gängiges Verfahren der Kohlevergasung ist das von *Koppers-Totzek*, das *pulverisierte Kohle* verwendet und mit Sauerstoff und Wasserdampf drucklos bei 1400 bis 1600 °C arbeitet. Es wurde von *Shell-Koppers* zu einem energiesparenden Druckverfahren verbessert. Diese Verfahren werden in aller Welt intensiv weiterentwickelt, seit die Verknappung von Erdöl eine Rückbesinnung auf die Kohle eingeleitet hat. In der Bundesrepublik Deutschland sollen bis Mitte der 80er Jahre 10 Versuchsanlagen mit bis zu 5 Mio Jahrestonnen Kohleeinsatz entstehen. Diese Anlagen dienen dazu, ein Optimum an Produktzusammensetzung und Wirtschaftlichkeit zu ermitteln und Technologien zu entwickeln, die modernen Anforderungen entsprechen. Der technische Aufwand zur Vermeidung von Staubentwicklung und Geruchsbelästigung ist bei der Kohlevergasung rohstoffbedingt sehr viel höher als beim Erdöl.

Wir sind an den Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Kohlevergasung nicht beteiligt, obwohl wir *Synthesegas* in grossen Mengen beispielsweise zu *Methanol* und *Ammoniak* weiterverarbeiten und in der *Gasreinigung* und *Optimierung der Zusammensetzung* umfangreiche Erfahrungen besitzen. Entsprechende Anlagen zur Kohlevergasung werden wir zu gegebener Zeit von Firmen des Anlagenbaus kaufen können. Wir betreiben jedoch vorsorglich intensive Forschung auf den nächsthöheren Veredlungsstufen, beispielsweise bei der *Umwandlung von Methanol in Chemieprodukte* wie *Olefine* oder *Aromaten an Zeolith-Katalysatoren*. Die grundlegenden Arbeiten auf diesem Gebiet wurden von der *Mobil Oil Corporation* in *USA* geleistet. Wir haben mit speziellen Zeolith-Katalysatoren zu dieser Entwicklung beigetragen. In einer Versuchsanlage erproben wir die Umsetzung zu niedrigeren Olefinen wie Ethylen, Propylen einerseits und Aromaten andererseits. Diese ist gerade angelaufen und kann bis zu 30 Monatstonnen Methanol verarbeiten. Im Prinzip können ungesättigte Kohlenwasserstoffe auch nach dem Fischer-Tropsch-Verfahren aus Synthesegas hergestellt werden, aber man erhält dabei eine unerwünscht breite Produktverteilung. Sie stört weniger bei der Verwendung als Vergaserkraftstoff, beeinträchtigt aber sehr die Wirtschaftlichkeit einer auf Olefine ausgerichteten Fischer-Tropsch-Synthese.

Zusammenfassung

Die *technischen Voraussetzungen zur Kohleveredlung sind heute gegeben*. In den laufenden Entwicklungen werden die einzelnen Verfahren weiter optimiert und an spezielle Gegebenheiten angepasst. Die Verfahren der Kohlehydrierung sind geeignet zur Herstellung von Fahrbenzin und als Aromatenquelle. Grössere Flexibilität erreicht man mit der Kohlvergasung zu Synthesegas. Aus Synthesegas ist Methanol zugänglich, das sowohl in Vergaserkraftstoff als auch in niedere Olefine – als Ausgangsprodukte für Kunststoffe – und in Aromaten umgewandelt werden kann. Über die Ammoniaksynthese kann man aus Synthesegas Düngemittel, Harnstoff und Amine herstellen. Ausserdem kann Synthesegas über die Kombination Gasturbine/Dampfturbine («combined cycle») sehr effektiv zur Elektrizitätserzeugung verwendet werden. Die Kohlevergasung zu synthetischem Erdgas liefert einen für Haushaltsheizungen geeigneten Energieträger.

Der Kohlebedarf je Einheit Wertprodukt ist allerdings wegen des geringen Wasserstoffgehalts der Kohle hoch. Entsprechend steigt der Kohleeinsatz, wenn alle Mineralölprodukte ersetzt werden sollen. Allein um den Rohstoffbedarf des Werkes Ludwigshafen der BASF Aktiengesellschaft auf Kohlebasis zu decken, wären über 13 Mio Jahrestonnen oder stündlich 1500 Tonnen Kohle notwendig.

Die Schwierigkeiten bei der Umstellung von Öl auf Kohle, wann immer sie erforderlich sein wird, sind gross. Dennoch ist es wichtig, schon jetzt mit den erforderlichen Arbeiten zu beginnen. Die vergangenen Monate haben deutlich gezeigt, dass die einseitige Abhängigkeit vom Erdöl zu wirtschaftlicher und politischer Unsicherheit führt. Es ist deshalb auch eine vorrangige politische Aufgabe, *Schritte in Richtung einer grösseren Unabhängigkeit vom Erdöl einzuleiten*. Mit der Bereitstellung von öffentlichen Forschungsmitteln wird dafür eine wichtige Voraussetzung geschaffen, denn die kostenintensiven Entwicklungsarbeiten übersteigen die Finanzmittel einzelner Unternehmen. Wir können nur in Teilbereichen eigene Arbeiten durchführen.

Die Kohle ist eine Quelle für Kohlenwasserstoffe und wird deshalb langfristig auch zur Rohstoffsicherung beitragen. Zur Entlastung kohlenstoffhaltiger Energie- und Rohstoffträger müssen wir bei der Stromerzeugung verstärkt auf die Kernenergie zurückgreifen. Es sollte deshalb unser aller Anliegen sein, dazu beizutragen, dass die Hindernisse um die Kernenergie abgebaut werden. Unsere zukünftige Energie- und Rohstoffversorgung muss die vorhandenen natürlichen Ressourcen im ausgewogenen Verhältnis unter grösstmöglicher Effektivität nutzen. Dafür die Voraussetzungen zu schaffen, ist eine wichtige wissenschaftlich-technische und politische Aufgabe für das kommende Jahrzehnt.

(Ausführungen, gehalten an einem Informationsgespräch am 7. Mai 1980).

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. *H. Pommer*, Leiter des Ressorts Forschung, BASF Aktiengesellschaft, D-6700 Ludwigshafen